МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
«29» мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.О.09 ЯВЛЕНИЯ НА МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦАХ

Направление подготовки/специальность 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) / специальность Электрохимия

Форма обучения очная

Квалификация магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Явления на межфазных границах» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 04.04.01 Химия

Программу составил:

Никоненко В.В., профессор кафедры
физической химии, д-р хим.наук, профессор _____

Рабочая программа дисциплины «Явления на межфазных границах» обсуждена на заседании кафедры (разработчика) физической химии
протокол № 10 «15» мая 2020 г.
Заведующий кафедрой (разработчика)
Заболоцкий В.И _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 5 «25» мая 2020 г.
Председатель УМК факультета, канд. хим. наук
Беспалов А.В. _____

Рецензенты:

Н.А. Мельник, заместитель руководителя Отраслевого учебно-методического центра охраны труда работников агропромышленного комплекса Краснодарского края КРИА ДПО ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, канд. хим. наук

М.Е. Соколов, руководитель НОЦ "ДССН"-ЦКП ФГБОУ ВО «КубГУ», канд. хим. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель учебной дисциплины состоит в формировании у студентов знаний о фундаментальных основах процессов переноса в физико-химических системах, об их связи с экологией, о современных методах их математического описания, изучение и практическое освоение некоторых методов и алгоритмов математического описания процессов переноса.

1.2 Задачи дисциплины.

- Изучить физико-химические основы явлений на межфазных границах, их математическое описание.
- Получить представление о связи этих явлений переноса с макроскопическими свойствами мембранных систем, представляющими интерес для сепаративных технологий, использования мембран в энергетике, медицине и др. областях.
- Ознакомиться с математическими методами, используемыми при моделировании явлений сорбции и переноса вблизи межфазных границ.
- Получить навыки экспериментального исследования явлений на межфазных границах в мембранных системах.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Явления на межфазных границах» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 04.04.01 Химия, магистерской программы Электрохимия.

Изучение данной дисциплины предшествует изучению таких дисциплин, как «Математическое моделирование и оптимизация процессов электромассопереноса в электрохимических системах» и «Мембранные технологии в решении экологических проблем».

1.4 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций: способностью выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения (ОПК-1), способностью анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук (ОПК-2).

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных	наиболее актуальные направления исследований современной теоретической и экспериментальной химии, основы явлений на межфазных	использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	способностью развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии, математическими методами, используемыми при моделировании

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знать	**уметь**	**владеть**
	приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	границах, их математическое описание		явлений сорбции и переноса вблизи межфазных границ
2.	ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	теоретические основы физической химии, программные продукты, реализующие систему математических моделей	проводить основные теоретические расчеты на основе экспериментальных данных в области физической химии	теорией и навыками анализа и интерпретации результатов практической и теоретической работы в области физической химии и в профессиональной деятельности

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице *(для студентов ОФО)*.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			1
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		**72**	**72**
Занятия лекционного типа		16	16
Лабораторные занятия		52	52
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:			
Самостоятельное изучение разделов		10	10
Подготовка докладов, рефератов, презентаций		10	10
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям)		10	10
Подготовка к текущему контролю, защите лабораторных работ		19	19
Контроль:			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7
Общая трудоемкость	**час.**	**144**	**144**
	в том числе контактная работа	**68,3**	**68,3**
	зач. ед	**4**	**4**

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре *(очная форма)*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Структура межфазных границ	28	4		12	12
2.	Методы исследования межфазных границ	28	4		12	12
3.	Моделирование явлений на межфазной границе	30	4		14	12
4.	Механизмы сверхпредельного переноса в мембранных системах	31	4		14	13
	Итого по разделам дисциплинам:	117	16		54	49
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к контролю	26,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Структура межфазных границ	Структура межфазных внутренних и внешних границ ионообменных мембран. Двойной электрический слой (ДЭС). Микро-, мезо- и макропоры. Понятие диффузионного пограничного слоя (ДПС), причины его появления (концентрационная поляризация) в электро- и баромембранных системах; концепции Нернста и Левича, современные представления о характере переноса в пограничном слое раствора.	Устный опрос
2.	Методы исследования межфазных границ	Импеданс ИОМ. Теоретические и практические аспекты исследования гидрофильно-гидрофобного баланса поверхности путем измерения контактного угла смачивания.	Устный опрос
3.	Моделирование явлений на межфазной границе	Моделирование ДЭС и селективности переноса. Применение микрогетерогенной модели. Одномерные нестационарные модели электродиффузионного переноса в 3-х слойной области (мембрана + два диффузионных слоя в растворе). Общая формулировка. Моделирование вольтамперной характеристики ИОМ и хронопотенциограмм	Контрольная работа, Устный опрос

4.	Механизмы сверхпредельного переноса в мембранных системах	Сверхпредельный перенос в мембранных системах, основные механизмы.	Контрольная работа

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены учебным планом

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Программа MGM: расчет параметров ДЭС, расчет чисел переноса ионов в ИОМ.	ЛР
2.	Вольтамперометрия, зависимость суммарного тока от скачка потенциала на мембране. Парциальная вольтамперометрия, зависимость парциальных токов противоионов соли и продуктов диссоциации воды от скачка потенциала на мембране.	ЛР
3.	Программа «Импеданс». Решение прямой и обратной задач: расчет спектра импеданса по заданной плотности тока и известных параметрах системы; расчет толщины ДПС из экспериментального спектра импеданса.	ЛР
4.	Измерение угла смачивания на поверхности ИОМ.	ЛР
5.	Освоение пакета программ для решения нестационарных одномерных задач электродиффузии электролита через мембрану.	ЛР
6.	Программа «Вольтамперометрия». Решение прямой и обратной задач: расчет скачка потенциала по заданной плотности тока и известных параметрах системы; расчет толщины ДПС из экспериментальной ВАХ.	ЛР
7.	Программа «Хронопотенциометрия». Решение прямой и обратной задач: расчет скачка потенциала по заданной плотности тока и известных параметрах системы; расчет толщины ДПС из экспериментальной ХП.	ЛР
8.	Импеданс ИОМ. Проведение измерений при сверхпредельных плотностях тока	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР)

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Самостоятельное изучение разделов	Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. Долгопрудный: Интеллект. – 2008. – 24 с

2	Подготовка докладов, рефератов, презентаций	Методические указания по организации самостоятельной работы.
3	Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям)	Методические указания к выполнению лабораторных работ. Методические указания по написанию рефератов. Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 17 от 11.05.2017 г
4	Подготовка к текущему контролю, защите лабораторных работ	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине. Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 10 от 13.03.2018 г. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В., Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий).

Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности обучающихся по их разрешению приводит к творческому овладению знаниями, умениями, навыками, развитию мыслительных способностей. Работа с электронными базами данных, подготовка рефератов и защита в форме доклада на семинаре, включающая ответы на вопросы и/или дискуссию, индивидуальных заданий, дискуссии по обсуждаемым вопросам.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимые коррекции как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя. Предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Явления на межфазной границе».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов, контрольных работ, задач и индивидуальных заданий студентов и промежуточной аттестации в форме вопросов к экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Текущий контроль знаний осуществляется на каждом практическом занятии в виде устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов, в том числе по докладам, рефератам и индивидуальным заданиям студентов. Письменный контроль осуществляется в виде проверки рефератов и индивидуальных заданий студентов. Одной из форм контроля формирования необходимых компетенций является устная защита реферата в виде доклада с обязательным демонстрационным материалом, например, презентацией. По индивидуальным заданиям студенты кроме письменного отчета также готовят краткое сообщение на 2-3 минуты с обязательным демонстрационным материалом.

Подготовка реферата и доклада по нему с мультимедийной презентацией. Реферат – письменная работа, содержащая краткое изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе нескольких первоисточников, выполняемая студентом в течение длительного срока (около месяца). Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу.

Доклад (устное сообщение) по реферату представляет собой краткое (5-7 мин) изложение сути выполненной работы, сопровождающееся компьютерной презентацией. Последняя должна включать не более 12-15 слайдов.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1.	Структура межфазных границ	ОПК-1, ОПК-2	Вопросы для устного опроса по теме, разделу	Вопрос на экзамене 1-4
2.	Методы исследования межфазных границ	ОПК-1, ОПК-2	Вопросы для устного опроса по теме, разделу	Вопрос на экзамене 5, 11,12,16
3.	Моделирование явлений на межфазной границе	ОПК-1, ОПК-2	Вопросы для устного опроса, контрольная работа	Вопрос на экзамене 7-10
4.	Механизмы сверхпредельного переноса в мембранных системах	ОПК-1, ОПК-2	Вопросы для контрольной работы по теме, разделу	Вопрос на экзамене 6, 13-15

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**		
	пороговый	**базовый**	**продвинутый**
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных	знает о структуре межфазных границ, основные существующие методы исследования межфазных границ	знает о структуре межфазных границ, основные существующие методы исследования межфазных границ, основные положения математических моделей процессов на межфазной границе	знает наиболее актуальные направления исследований современной теоретической и экспериментальной химии, основы явлений на межфазных границах, их математическое описание

приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	умеет использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач, но с существенной помощью преподавателя	умеет использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач, но допускает несущественные ошибки	умеет использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
	владеет теоретическими основами традиционных и новых разделов химии	владеет теоретическими основами традиционных и новых разделов химии, математическими методами, используемыми при моделировании явлений сорбции и переноса вблизи межфазных границ, но допускает ошибки	владеет способностью развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии, математическими методами, используемыми при моделировании явлений сорбции и переноса вблизи межфазных границ
ОПК-2 - способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	знает теоретические основы физической химии	знает теоретические основы физической химии, программные продукты, реализующие систему математических моделей, но допускает ошибки	знает теоретические основы физической химии, программные продукты, реализующие систему математических моделей
	умеет проводить элементарные теоретические расчеты на основе экспериментальных данных в области физической химии, но с существенной помощью преподавателя	умеет - проводить основные теоретические расчеты на основе экспериментальных данных в области физической химии, но допускает несущественные ошибки	умеет проводить основные теоретические расчеты на основе экспериментальных данных в области физической химии

	владеет элементарной теорией и навыками практической работы в физической химии	владеет теорией и навыками практической работы в физической химии и в профессиональной деятельности	владеет теорией и навыками анализа и интерпретации результатов практической и теоретической работы в области физической химии и в профессиональной деятельности

Вопросы для устного опроса по теме «Структура межфазных границ»

1. Структура внешних межфазных границ ионообменных мембран.
2. Структура внутренних межфазных границ ионообменных мембран.
3. Двойной электрический слой (ДЭС). Модели строения двойного электрического строя.
4. Понятие о диффузионном слое: слой Нернста, полная толщина диффузионного слоя, гидродинамический погранслой.
5. Распределение пор мембраны по радиусам. Микро-, мезо- и макропоры.
6. Причина изменения концентрации электролита возле границы мембрана/раствор при протекании тока; граничное условие при протекании тока через мембрану и вывод выражений для граничной концентрации и предельной плотности тока.
7. Уравнение Пирса.
8. Тонкая структура диффузионного слоя при протекании сверхпредельного тока: решение уравнений Нернста-Планка и Пуассона.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: (ОПК-1, ОПК-2)

Вопросы для устного опроса по теме «Методы исследования межфазных границ»

1. Получение спектров электрохимического импеданса.
2. Основные параметры, получаемые из спектров электрохимического импеданса: перенапряжение на биполярной границе, протекание химических реакций.
3. Координаты, в которых можно изображать спектры ЭХИ.
4. Аппаратное оформление метода.
5. Импеданс Варбурга, импеданс Геришера.
6. Распределение скоростей течения жидкости в канале при использовании условий прилипания и проскальзывания жидкости у стенки
7. Гидрофобность поверхности и ее взаимосвязь с физическими величинами адгезией на границе раздела и когезией материала, углом смачивания.
8. Особенности теоретического описания и практического измерения гидрофобности гетерогенной поверхности.
9. Особенности определения гидрофобности поверхности мембран.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)

Пример задач для контрольной работы по теме «Моделирование явлений на межфазной границе»

1.1. В плоском канале электродиализатора скорость течения раствора 1,6 см/с, расстояние между мембранами 0,8 мм. Рассчитать падение давления и объемную скорость раствора в канале шириной 40 см. Построить концентрационный профиль и найти степень обессоливания раствора в сечении на расстоянии 40 см от входа в канал. Рассчитать расход электроэнергии, необходимой для получения 1 $м^3$ обессоленной воды; учесть вклады,

приходящиеся собственно на электродиализ и на работу насоса. Принять, что основным компонентом раствора является NaCl (D= 1.6 10−5 см2/с, Δ = 10−2 см2/с, с0= 0.02 моль/л); числа переноса противоионов через анионо- и катионообмен-ную мембраны принять 0.95, кпд насоса 0.6. Расход электроэнергии в расчете на 1 час работы аппарата (в Вт×час) равен:

на ЭД: AED= I U, где I − сила тока в А, а U − напряжение на всем аппарате в В,

на перекачку: Apomp= Δp W/ηp, где Δ p − падение давления в Н/м2, W − объемная скорость в м3/час, а ηp − кпд насоса.

1.2. Определить минимальную длину канала обессоливания электродиализатора, на котором достигается степень обессоливания 50 %, если

- числа переноса = 0,98;
- межмембранное расстояние = 0,45 мм;
- скорость течения раствора 3,2 см/с;

Считать, что в растворе имеется только натрий-хлор.

1.3. Дан электродиализный аппарат, содержащий 100 парных камер.

Межмембранное расстояние = 0,5 мм.

Длина канала 60 см.

Размер мембраны 60 на 40 см.

Определить производительность аппарата, при которой степень обессоливания достигается равной 60 %. Нужно найти скорость работы аппарата.

1.4. Требуется спроектировать электродиализный аппарат, который бы обеспечивал 80% обессоливания раствора хлорида натрия.

Размер мембран 60 на 40.

Расстояние между мембранами = 0,4 мм.

Аппарат должен иметь производительность 2 м3/час.

Найти число парных камер в аппарате.

1.5. Требуется спроектировать электродиализный аппарат, который бы обеспечивал 80% обессоливания раствора хлорида натрия. Известно, что при скорости течения жидкости 2 см/с на каждых 10 см длины канала концентрация убывает на 20%.

Ширина мембран 40 см.

Расстояние между мембранами = 0,4 мм.

Аппарат должен иметь производительность 2 м3/час.

Найти длину канала обессоливания и число парных камер в аппарате.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: (ОПК-1, ОПК-2)

Вопросы для контрольной работы по теме «Моделирование явлений на межфазной границе»

1. Суть метода вольтамперометрии. Его аппаратурное оформление.
2. Участки, наблюдаемые на вольтамперных характеристиках.
3. Основные параметры мембранной системы, которые можно определить из вольтамперной характеристики: предельный ток, переход в сверхпредельное состояние.
4. Способы определения предельного тока.
5. Режимы развития электроконвекции по Рубинштейну-Зальцману и Духину-Мищук.
6. Суть метода хронопотенциометрии. Измеряемые в нем величины.
7. Переходное время на хронопотенциограммах.
8. Уравнение Санда.
9. От чего зависит форма начального участка хронопотенциограмм?

Вопросы для контрольной работы по теме «Сверхпредельный перенос в мембранных системах, основные механизмы»

1. Сопряженная конвекция: гравитационная и электрическая.
2. Механизм обоих видов сопряженной конвекции; условия, при которых реализуется тот или иной вид конвекции (роль значений концентрации и скорости вынужденного

течения раствора, межмембранного расстояния, свойств поверхности).
3. Критерии Грасгофа, Рэлея и Ричардсона.
4. Электрокинетические явления. Уравнение Смолуховского.
5. Электроосмос первого и второго рода.
6. Механизмы электроконвекции в мембранных системах.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: (ОПК-1, ОПК-2)

Зачтено-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы к экзамену:

1. Структура межфазных внутренних и внешних границ ионообменных мембран. Двойной электрический слой (ДЭС). Микро-, мезо- и макропоры.
2. Моделирование ДЭС и селективности переноса. Применение микрогетерогенной модели.
3. Понятие диффузионного пограничного слоя (ДПС), причины его появления в электро- и баромембранных системах; концепции Нернста и Левича, современные представления о характере переноса в пограничном слое раствора.
4. Концентрационная поляризация в электродиализе. Вывод уравнения для предельной плотности тока.
5. Одномерные нестационарные модели электродиффузионного переноса в 3-х слойной области (мембрана + два диффузионных слоя в растворе). Общая формулировка.
6. Моделирование вольтамперной характеристики ИОМ.
7. Моделирование хронопотенциограмм.
8. Импеданс ИОМ. Моделирование с использованием фазоров.
9. Импеданс ИОМ. Моделирование с использованием математического описания хронопотенциометрии.
10. Импеданс ИОМ. Эквивалентные схемы.
11. Теоретические и практические аспекты исследования гидрофильно-гидрофобного баланса поверхности путем измерения контактного угла смачивания.
12. Электронно-микроскопические и спектрометрические методы исследования поверхности.
13. Сверхпредельный перенос в мембранных системах, основные механизмы.
14. Генерация H+ и OH− ионов и эффект экзальтации.
15. Гравитационная конвекция и электроконвекция.
16. Методы модификации поверхности ИОМ для придания им требуемых свойств: подавление генерации ионов H+ и OH−, усиление электроконвекции.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: (ОПК-1, ОПК-2)

Пример экзаменационного билета:

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования

«Кубанский государственный университет»

Химия

Электрохимия

Кафедра физической химии

Дисциплина «Явления на межфазных границах»

Экзаменационный билет № 3

1. Понятие диффузионного пограничного слоя (ДПС), причины его появления в электро- и баромембранных системах; концепции Нернста и Левича, современные представления о характере переноса в пограничном слое раствора.
2. Генерация H+ и OH− ионов и эффект экзальтации.

Заведующий кафедрой _____ В.И. Заболоцкий

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Методические рекомендации определяющие процедуры оценивания занятия с решением задач.

Оценка ***«отлично»*** выставляется, если студент имеет глубокие знания учебного материала по теме практической работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий, используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется, если студент показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

Оценка ***«удовлетворительно»*** выставляется, если студент в целом освоил материал практической работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется студенту, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала практической работы, который полностью не раскрыл содержание вопросов, не смог ответить на уточняющие и дополнительные вопросы. Студент даёт неверную оценку ситуации, неправильно выбирает алгоритм действий.

Критерии оценивания рефератов.

Оценка «отлично» – выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка «неудовлетворительно» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии дифференцированной оценки реферата

Критерии оценки	Максимальная оценка в баллах
Логичность изложения	3

Раскрытие темы	3
Использование широкой информационной базы	3
Наличие собственных выводов, обобщений, критического анализа	3
Соблюдение правил цитирования	2
Правильность оформления	1
Итого:	15

13-15 баллов – отлично
10-12 баллов – хорошо
8-9 баллов - удовлетворительно
0 баллов – неудовлетворительно

Критерии оценивания презентации.

Оценка ***«отлично»*** выставляется студенту, если:
- презентация соответствует теме самостоятельной работы;
- оформлен титульный слайд с заголовком (тема, цели, план и т.п.);
- сформулированная тема ясно изложена и структурирована;
- использованы графические изображения (фотографии, картинки и т.п.), соответствующие теме;
- выдержан стиль, цветовая гамма, использована анимация, звук; работа оформлена и предоставлена в установленный срок.

Оценка ***«хорошо»*** выставляется студенту, если:
- презентация соответствует теме самостоятельной работы; оформлен титульный слайд с заголовком (тема, цели, план и т.п.);
- сформулированная тема ясно изложена и структурирована;
- использованы графические изображения (фотографии, картинки и т.п.), соответствующие теме;
- работа оформлена и предоставлена в установленный срок.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** выставляется студенту, если работа не выполнена или содержит материал не по вопросу.
Во всех остальных случаях работа оценивается на «удовлетворительно»

Критерии оценивания результатов устного опроса.

Оценка «***отлично***» ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка ***«хорошо»*** ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка ***«удовлетворительно»*** ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, нот излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка ***«неудовлетворительно»*** ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Критерии оценивания результатов контрольных работ.

Контрольная работа проводится в письменной форме.

Оценка «отлично» выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.

Оценка «хорошо», если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

Оценка «удовлетворительно», если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.

Оценка «неудовлетворительно», если студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.

Критерии оценивания лабораторных работ.

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Критерии оценки по промежуточной аттестации в форме экзамена.

При оценке учитываются следующие качественные показатели ответов:

- глубина (соответствие изученным теоретическим обобщениям); широта;
- осознанность (соответствие требуемым в программе умениям применять полученную информацию);
- полнота (соответствие объёму программы);
- число и характер ошибок.

- отметка «отлично» выставляется студенту, если ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении и решении задачи нет ошибок, задача решена рациональным способом;

- отметка «хорошо» выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки в ответах на теоретические вопросы или в решении задачи, которые студент может исправить по указанию преподавателя

- отметка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения применять теоретические знания при решении практических проблем; за знание предмета с заметными пробелами, неточностями, но такими, которые не служат препятствием для дальнейшего обучения

- отметка «неудовлетворительно» выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. Долгопрудный: Интеллект. – 2008. – 24 с.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья используются специальные сервисы в электронно-библиотечных системах (ЭБС), доступ к которым организует Научная библиотека КубГУ.

5.2 Дополнительная литература:

1. Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. Физико-химические основы электрохимии. Долгопрудный: Интеллект. – 2008. 423 с.
2. Ciferri A., Perico A. Ionic interactions in natural and synthetic macromolecules. NJ.: Hoboken Wiley Interscience. – 2012. 852 p.
3. Кравченко Т.А., Золотухина Е.В., Чайка М.Ю., Ярославцев А.Б. Электрохимия нанокомпозитов маталл – ионообменник. М.: Наука. – 2013. http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1916771#1

5.3 Периодические издания:

Журнал «Мембраны и мембранные технологии»

Журнал «Физическая химия»

6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Имеется электронная версия лекций по данной дисциплине.

Основной формой обучения студентов является самостоятельная работа над учебным материалом. Процесс изучения дисциплины “Мембранные технологии в решении экологических проблем” состоит из следующих этапов:

1. Проработка теоретического материала по рекомендованному учебнику и конспектам лекций, предоставленных преподавателем в электронном виде. В случае недоступности данного пособия необходимо обратиться к списку литературы, приведенного в рабочей программе дисциплины “Мембранные технологии в решении экологических проблем”.

2. Выполнение самостоятельных работ.

3. Подготовка и представление перед однокурсниками презентаций на заданную тему.

4. Сдачи экзамена в устной или письменной форме (по усмотрению преподавателя).

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практического занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы. Критерии оценки: – правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

Развернутый ответ студента должен представлять собой связанное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Реферат представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной научной теме. Объем реферата может достигать 20–30 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких (не менее 10) литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Работа должна состоять из следующих частей:

- введение,
- основная часть (может включать 2–4 главы)
- заключение,
- список использованных источников,

- приложения.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы для исследования, характеризуется ее научное и практическое значение для развития современного производства, формируются цели и задачи контрольной работы, определяется объект, предмет и методы исследования, источники информации для выполнения работы. Примерный объем введения – 1–2 страницы машинописного текста.

Основная часть работы выполняется на основе изучения имеющейся отечественной и зарубежной научной и специальной экономической литературы по исследуемой проблеме, законодательных и нормативных материалов. Основное внимание в главе должно быть уделено критическому обзору существующих точек зрения по предмету исследования и обоснованной аргументации собственной позиции и взглядов автора работы на решение проблемы. Теоретические положения, сформулированные в главе, должны стать исходной научной базой для выполнения последующих глав работы.

Для подготовки реферата должны использоваться только специальные релевантные источники. Кроме рефератов, тематика которых связана с динамикой каких-либо явлений за многие годы, либо исторического развития научных взглядов на какую-либо проблему, следует использовать источники за период не более 10 лет.

Примерный объем – 15–20 страниц машинописного текста.

В заключении отражаются основные результаты выполненной работы, важнейшие выводы, и рекомендации, и предложения по их практическому использованию. Примерный объем заключения – 2–3 страницы машинописного текста.

В приложениях помещаются по необходимости иллюстрированные материалы, имеющие вспомогательное значение (таблицы, схемы, диаграммы и т.п.), а также материалы по использованию результатов исследований с помощью вычислительной техники (алгоритмы и программы расчетов и решения конкретных задач и т.д.).

Задание о подготовке реферата студентом выдается преподавателем индивидуально, но также может быть инициировано самим студентом.

Презентации на заданную тему выполняются в программе Power Point. Она должна состоять из 5-8 слайдов и содержать основные определения, фактический иллюстрированный материал, выводы и список использованных источников.

Материал для сообщения необходимо искать в книгах, журналах и интернет-источниках, опубликованных в последние 3 года.

Доклад, сопровождающий презентации, должен занимать 7-10 минут.

И доклад, и презентации предварительно присылаются преподавателю по электронной почте на проверку.

Самостоятельные работы выполняются каждым студентом на отдельных листках. Не допускается использование любых средств коммуникации (ноутбуки, мобильные телефоны с выходом в интернет и пр.

Лабораторная работа выполняется студентом в составе группы, подгруппы или индивидуально. Все вычисления желательно проводить во время занятия. При недостаточном количестве времени их можно выполнять в часы самостоятельной работы с обязательным представлением результатов преподавателю на последующих занятиях или консультациях.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы. После завершения выполнения лабораторных работ производится их защита.

Допускается использование рабочих тетрадей, в которых законспектированы наиболее важные с точки зрения каждого из студентов моменты, выделенные при самостоятельной проработке каждой из тем.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями

здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

7.1 Перечень информационно-телекоммуникационных технологий

1. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных занятий.
2. Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты (проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты).

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows
Программное обеспечение для слабовидящих

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» http://www.consultant.ru
2. Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru
3. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata
4. База данных Научной электронный библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/
5. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН http://www2.viniti.ru/
6. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных www.rusnano.com
7. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru/
8. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф
9. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/
10. Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/
12. Единая база гостов РФ - http://gostexpert.ru/
13. Ресурсы по термодинамике (Martindale's calculators chemisty on-line center) - http://www.martindalecenter.com/Calculators3B.html
14. Информационно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://garant.ru/
15. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studmedlib.ru
16. База нормативных документов по охране труда (http://econavt.ru/instrukcii-po-ohrane-truda/dokumenty)
17. Российская мембранная сеть Russian membrane network www.rusmembrane.net/

18. Электронные учебники кафедры Мембранной Технологии Российского Химико-Технологического Университета им. Д.И. Менделеева, http://membrane.msk.ru/index.php?pageID=77

8 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
2.	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория физической химии, укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, меловой доской, средствами пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, переносными ноутбуками. (ауд. 334с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 334с, 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 334с, 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
5.	Самостоятельная работа	Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные учебной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. (ауд. 329с, 401с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)